

# ¿EN QUÉ FAVORECE A LOS MAESTROS EN FORMACIÓN INICIAL LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INDAGACIÓN EMPÍRICA?

María Díez Ojeda, Jesús Ángel Meneses Villagra, Ileana María Greca Dufranc  
*Universidad de Burgos*

**RESUMEN:** La inclusión en el aula de secuencias de actividades basadas en la indagación supone un reto para los maestros. En este trabajo se analizan las dificultades que presentan maestros en formación inicial en las distintas etapas de una indagación escolar antes y después de realizar una indagación a nivel de bachillerato y elaborar una secuencia de actividades para educación primaria utilizando esta metodología. Los resultados muestran que tras trabajar de manera empírica, los alumnos han mejorado notablemente en el abordaje del diseño experimental, aunque no así en otras partes de la indagación. Éstas deberían ser reforzadas en la aplicación de esta metodología en las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza que se imparten en el Grado en Maestro de Educación Primaria.

**PALABRAS CLAVE:** metodología de indagación, formación de maestros, ciencias en educación primaria, dificultades.

**OBJETIVOS:** El objetivo principal es identificar en qué etapas presentan dificultades los maestros en formación inicial para desarrollar una indagación escolar, a la par que analizar el impacto que presenta la realización de una indagación científica guiada para posteriormente resolver situaciones problemáticas aplicando esta metodología.

## MARCO TEÓRICO

Varias investigaciones indican una visión tradicional, positivista e idealista respecto a la Naturaleza de las Ciencias entre la mayoría de los profesores en activo (citado en Escrive-Colomar y Rivero-García, 2017). Sin embargo, diversas reformas educativas (EU, 2006; MEC, 2006; NRC, 2000) subrayan la importancia de incorporar en las aulas un aprendizaje que no sea meramente memorístico del conocimiento científico, sino que se comprenda tanto en su génesis como en su evolución. (Vilchez, y Bravo, (2015). Esto conlleva a que actualmente se contemple que la formación inicial en ciencias de un maestro debe comprender el conocimiento de y sobre la ciencia, convirtiéndose en un pilar fundamental de su formación. (Acevedo, 2010, Escrive-Colomar y Rivero-García, 2017). Con la necesidad de la práctica de una ciencia activa en las aulas de educación primaria es necesario modificar la formación inicial de los maestros. La metodología de indagación se propone para conseguir alcanzar en la escuela estos hitos. Existen estudios que muestran que, con un apoyo sostenido, los maestros en formación pueden llevar a cabo indagaciones escolares (Greca et al, 2016), No obstante, Vilchez y Bravo (2015)

demonstraron que solo el 45% de su muestra eran capaces de identificar todas las etapas de una indagación siendo el 11% los que las ordenan adecuadamente y presentando resultados poco prometedores en la identificación de destrezas y acciones concretas en el desarrollo de una indagación. Si el maestro no sabe resolver una situación problemática aplicando la metodología de indagación presentará dificultades para llevar a cabo la implementación de esta metodología en el aula, empezando por la elaboración de unidades didácticas basadas en la indagación. (Bogdan et al, 2016; Cañal de León et al, 2011).

## CONTEXTUALIZACIÓN

El presente estudio se ha realizado con una muestra de treinta [N=30] alumnos del Grado de Maestro en Educación Primaria que cursaban la asignatura de cuarto curso Innovación en el Aprendizaje del Conocimiento del Medio (IACM) en 2015-2016. En esta asignatura los alumnos, de forma grupal durante cinco semanas, llevan a cabo una indagación científica a partir de situaciones problemáticas abiertas con un nivel de profundización de bachillerato y contenidos específicos de las asignaturas científicas o bien multidisciplinares de las mismas. Para ello los alumnos deben abordar la situación asignada (cada grupo una diferente y con diferentes contenidos) identificando los problemas más concretos que puedan ser resueltos de forma experimental. Emiten hipótesis, realizan las predicciones en base a su conocimiento, planifican el diseño experimental, lo llevan a cabo, para posteriormente analizar los datos obtenidos, relacionarlos con los modelos científicos, establecer las conclusiones y buscar nuevas aplicaciones relacionadas con el conocimiento construido. Finalmente los alumnos realizan un informe escrito, expuesto al resto de la clase, en el que deberán dar respuesta a los problemas basándose en la evidencia empírica obtenida. Posteriormente, de manera individual, deben diseñar una secuencia didáctica usando la metodología de indagación para alumnos del ciclo que deseen de educación primaria escogiendo los contenidos a trabajar, transposición didáctica que debe ser explicada y expuesta. Cabe destacar que estos alumnos en las asignaturas de ciencias de la naturaleza y su didáctica que se imparten en segundo y tercer curso del grado han trabajado en alguna sesión esta metodología.

## METODOLOGÍA

Realizamos un estudio comparativo en el cuál se analiza la situación de los alumnos antes y después de cursar la asignatura (IACM). Para recoger la información ha sido utilizado un ejercicio escrito en el cuál a partir de una situación problemática se les pide que: identifiquen los problemas científicos, escojan uno que considere más abierto, lo reformulen de manera más adecuada, emitan las hipótesis, identifiquen las variables junto con los métodos de medición y la unidad de medida o escala de observación, describan el diseño experimental que llevarían a cabo para contrastar cada una de las hipótesis y los procedimientos que utilizarían para la interpretación de resultados, desarrollen una conclusiones indicando las evidencias o pruebas en las que se han apoyado e indiquen finalmente qué contenidos científicos se trabajan en esta indagación. En el ejercicio inicial (F1) la situación problemática aborda los contenidos relacionados con los factores que influyen en las disoluciones (figura 1) y el ejercicio final (F2) aborda los contenidos relacionados con los factores que afectan al crecimiento de las plantas (figura 2).

María y Pedro son compañeros en el aula de 5º de Educación Primaria. Todos los días para desayunar siguen la misma rutina en sus respectivas casas: i) introducen una taza grande llena de leche en el microondas, ii) lo encienden y después de un rato sacan la taza con cuidado para no quemarse y la ponen encima de la mesa de la cocina, iii) añaden azúcar agitándolo con una cucharita y beben toda la leche además de comer algunas galletas, iv) por último, dejan la taza en el fregadero extrañándose de que algunos días aún hay azúcar en el fondo de la taza.

Fig. 1. Situación problemática abordada en el ejercicio inicial (F1)

El verano pasado, durante sus vacaciones, María ha conocido a varios niños, entre ellos, Hiba que es una niña que vive en el gran desierto del Sahara, Malik que es un niño esquimal y Daruka que vive en la selva de la India. Como María es muy curiosa, les ha preguntado a todos ellos cómo son los lugares donde viven y qué hay en ellos. Lo que más la sorprendió de las respuestas de los niños es que describen lugares donde la vegetación es muy diferente, incluso en algunos sitios dicen que apenas hay plantas! María creía que en todos los lugares, plantando buenas semillas y cuidándolas adecuadamente, las plantas crecían... y por eso está dispuesta a investigar por qué ocurre esto. ¿Podéis ayudarla?

Fig. 2. Situación problemática abordada en el ejercicio inicial (F2)

Para llevar a cabo este estudio se ha utilizado una metodología no experimental cuantitativa aplicando a las preguntas de los ejercicios una categorización (Tabla 1) y cualitativa basada en las aportaciones del investigador en el análisis transversal de la información.

De esta forma el valor máximo que se puede obtener en cada una de las cuestiones a analizar para el conjunto de alumnos es de 90 salvo en la definición de la variable dependiente que es de 60. Por otro lado, la puntuación máxima que puede obtener un alumno habiendo contestado correctamente todas las cuestiones es de 47 puntos.

Tabla 1.

Descripción de las cuestiones y la categorización realizada para el análisis de los ejercicios.

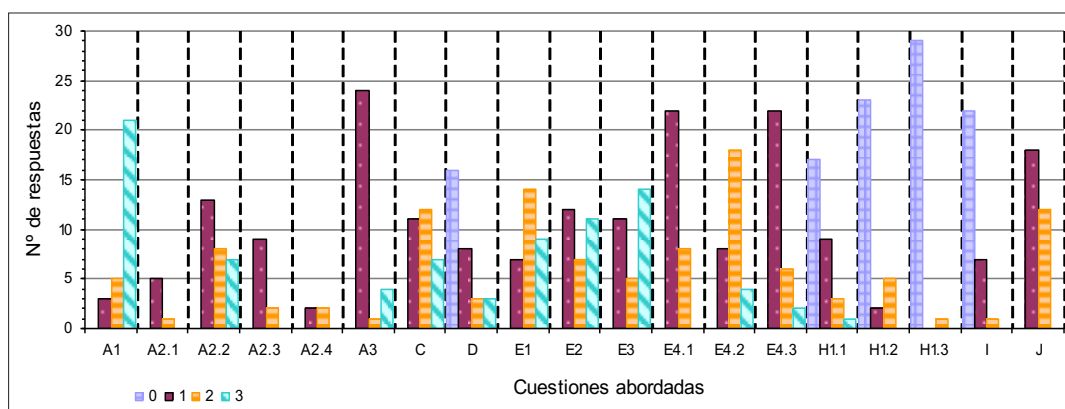
| CUESTIONES ABORDADAS  |   |   |                          | VALOR                               | INTERPRETACIÓN  |                                 |
|-----------------------|---|---|--------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|
| PROBLEMAS CIENTÍFICOS | A1  | Nº de preguntas que realizan  |                          | De 0 a 3                            | Valor numérico  |                                 |
|                       | A2.-<br>Tipo de<br>preguntas  | A2.1.- Se solicita observar y Describir                                 |                          | De 0 a 3                            | Sumatorio de preguntas formuladas correctamente que contestan en cada tipología   |                                 |
|                       |   | A2.2.- Se solicitan explicaciones utilizando modelos teóricos           |                          | De 0 a 3                            |   |                                 |
|                       |   | A2.3.- Se realizan preguntas que evocan experimentación (SIN variables) |                          | De 0 a 3                            |   |                                 |
|                       |   | A2.4.- Se realizan preguntas que evocan experimentación (CON variables) |                          | De 0 a 3                            |   |                                 |
|                       | A3.- Se utiliza vocabulario científico  |   | De 1 a 3                 | No / Si e inapropiado / Si correcto |   |                                 |
| PROBLEMA              | C.-¿Saben reformular el problema de forma adecuada? (Son susceptibles de experimentación) |   |                          | De 1 a 3                            | No formula ningún problema / Formula un problema correctamente / Formulan los problemas correctamente   |                                 |
| HIPÓTESIS             | D.- Número de hipótesis que es capaz de formular correctamente                            |   |                          | De 0 a 3                            | Sumatorio de hipótesis correctas  |                                 |
| VARIABLES             | E1.- Identifican correctamente las variables  |   | De 1 a 3                 | Ninguna / Alguna / Todas            |   |                                 |
|                       | E2.- Saben como medirlas  |   | De 1 a 3                 | No-Regular / Bien / Muy Bien        |   |                                 |
|                       | E3.- Identifican correctamente la unidad de medida o escala de observación                |   | De 1 a 3                 | No-Regular / Bien / Muy Bien        |   |                                 |
|                       | E4.-Definen correctamente las variables para contrastar las hipótesis                     | E4.1.- Dependiente  |                          | De 1 a 2                            | No / SI   |                                 |
|                       |   | E4.2.- Independiente  |                          | De 1 a 3                            | Ninguna / Alguna / Todas  |                                 |
| E4.3.- Control        |   | De 1 a 3  | Ninguna / Alguna / Todas |                                     |   |                                 |
| DISEÑO EXPERIMENTAL   | H.-El diseño experimental contesta a las hipótesis planteadas                             |   | H1.1.- Hipótesis 1       |                                     | De 0 a 3  | Mal / Regular / Bien / Muy bien |
|                       |   |   | H1.1.- Hipótesis 2       |                                     | De 0 a 3  | Mal / Regular / Bien / Muy bien |
|                       |   |   | H1.1.- Hipótesis 3       |                                     | De 0 a 3  | Mal / Regular / Bien / Muy bien |
| CONCLUSIONES          | I.- Las conclusiones están evidenciadas   |   |                          | De 0 a 3                            | No están evidenciadas / No están correctamente evidenciadas / Están correctamente evidenciadas pero no todas / Están todas correctamente evidenciadas |                                 |
| CONTENIDOS            | J.- Saben identificar los contenidos científicos trabajados en la indagación              |   |                          | De 1 a 3                            | Ninguno / Alguno / Todos  |                                 |

## RESULTADOS

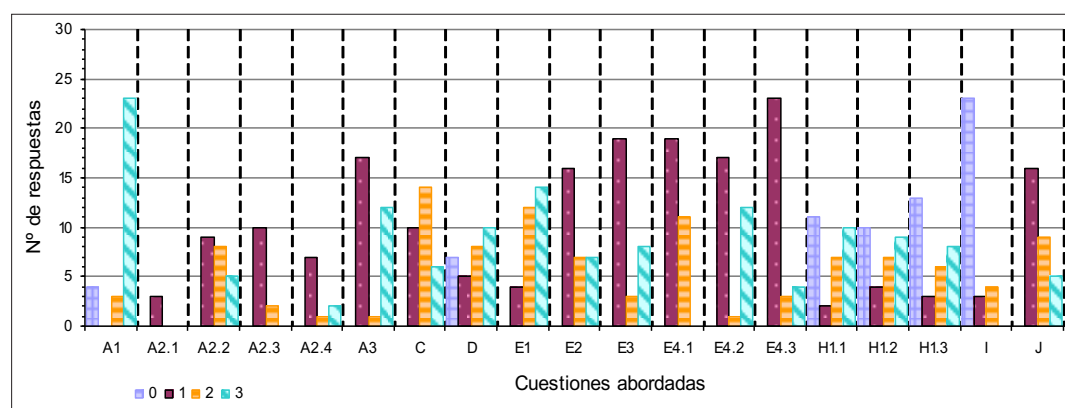
A continuación se describen los resultados obtenidos en función del análisis efectuado sobre cada una de las etapas de metodología de indagación comparándose los resultados obtenidos en el ejercicio inicial (F1) con los obtenidos en el ejercicio final (F2), que aparecen en los gráficos 1 y 2.

Podemos observar que tanto en F1 como en F2 los porcentajes de problemas científicos formulados que pueden extraer de la situación problemática es muy similar (en torno al 84%). No obstante, existe una variación entre la tipología de preguntas que realizan: en F2 hay un ligero aumento de preguntas que evocan la experimentación científica con variables y disminuyendo aquellas formuladas evocando la observación o explicaciones utilizando modelos teóricos. Pese a que se aprecia en F2 que el 40% de los alumnos usan un vocabulario científico de forma apropiada en la formulación de los problemas, el 76% de los alumnos presenta dificultades para reformularlo correctamente de manera que sea susceptible de investigación.

La correcta formulación de hipótesis parece presentar muchas dificultades para los alumnos: a pesar de la leve mejoría tras cursar la asignatura, ya que 23 alumnos formulan correctamente al menos alguna hipótesis, únicamente 10 son capaces de formular correctamente las tres hipótesis.



Gráf. 1. Resultados obtenidos en cada una de las cuestiones abordadas en el ejercicio inicial (F1)



Gráf. 2. Resultados obtenidos en cada una de las cuestiones abordadas en el ejercicio final (F2)

Se aprecia una ligera mejoría por parte de los alumnos en F2 en cuanto a la identificación de variables, no obstante presentan mayor dificultad para determinar cómo se miden e identificar correctamente la unidad de medida u escala de observación. Esto puede ser debido a los conceptos trabajados

en cada situación problemática, ya que los alumnos que han trabajado algún tema relacionado con los factores que influyen en el crecimiento de las plantas o en la fotosíntesis en la parte experimental han obtenido mayor puntuación en este apartado. Por otra parte, aunque de manera general los alumnos definen a nivel teórico adecuadamente la variable dependiente en F2, presentan dificultades para identificarla correctamente.

En F1 los diseños experimentales son poco definidos y redactados a modo de explicación de secuencias de actividades para escolares. Sin embargo, en F2, pese a que los diseños experimentales propuestos no son coherentes con las hipótesis planteadas, pueden proponer diseños experimentales bien definidos, apreciándose que son capaces de reformular las variables a analizar, encontrando coherencia con los enunciados que proponían como hipótesis pese a que estos estén mal formulados formalmente. Así, tras cursar la asignatura se aprecia una notable mejoría en cuanto a la formulación del diseño experimental para la contrastación de las hipótesis, ya que de las 90 hipótesis en total de todos los alumnos, 47 se consideran bien o muy bien abordadas, frente a 10 en F1. En F2 7 alumnos son capaces de contestar las tres hipótesis con sus diseños experimentales con una valoración de 3 frente a ninguno en F1.

A la hora de abordar las conclusiones, ningún alumno es capaz de evidenciarlas correctamente no apreciándose mejoría en este aspecto. Del mismo modo presentan dificultades a la hora de identificar los contenidos científicos trabajados consiguiéndolo solo 5 alumnos en F2.. Estos son alumnos que han abordado estos conceptos en los trabajos llevados a cabo en la asignatura.

## CONCLUSIONES

Para los maestros en formación inicial puedan desarrollar con éxito sus secuencias de actividades por indagación, un paso importante conocer y conseguir comprender en qué partes de la aplicación de la metodología de indagación muestran dificultades e intentar trabajar y fortalecer en las asignaturas que cursan estos aspectos para mejorar la realización de las unidades didácticas basadas en la indagación y su puesta en práctica en las aulas.

Pese a que la muestra de estudio es pequeña (N=30) se pueden considerar relevantes los resultados obtenidos. Es importante destacar que antes de cursar la asignatura, los alumnos planteaban mayor dificultad a la hora de abordar correctamente un diseño experimental, por lo que podemos decir que trabajar de manera empírica ha fortalecido la comprensión del proceso de experimentación, no obstante, en algunos casos explican el diseño experimental asemejándose a una secuencia de indagación escolar. Esto puede ser debido a que han trabajado de manera individual la elaboración de una secuencia de actividades con esta metodología.

No obstante, se han encontrado notables dificultades en:

- La identificación de los problemas científicos, que puede estar relacionadas con el no saber identificar los conceptos científicos que se abordan en la indagación.
- La formulación correcta de hipótesis, extrayéndose en F2, que los enunciados que plantean están relacionados con los diseños experimentales que desarrollan pero que no son capaces de elaborar una hipótesis formalmente correcta.
- La obtención de conclusiones basadas en evidencias que se relacionen con la situación problemática.
- La identificación de las variables, pese a que en F2 son capaces de utilizarlas adecuadamente en los diseños experimentales propuestos.

Por ello, parecería recomendable trabajar en las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza del Grado la formulación de problemas científicos, hipótesis y conclusiones para que cuando aborden la situación problemática tengan afianzados estos aspectos a nivel conceptual y formal. Por otro lado, es importante

que en la asignatura de cuarto curso (en la que se realiza el presente estudio) destinar una sesión para trabajar las variables con los alumnos en cada una de las indagaciones que realicen con la finalidad de facilitar su comprensión e identificación.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO-DÍAZ J.A., (2010). Formación del profesorado de Ciencias y enseñanza de la Naturaleza de las Ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 7(3), 653-660.
- BOGDAN TOMA, R., GRECA I.M. MENESES VILLAGRÁ, J.A., (2016) Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación
- CAÑAL DE LEÓN, P., TRAVÉ GONZÁLEZ, G. y POZUELOS ESTRADA, F., 2011, Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. *Investigación en la Escuela* 73 pp 5-25.
- ESCRIVA-COLOMAR y RIVERO-GARCÍA A., (2017). Progresión de las ideas de los futuros maestros sobre la construcción del conocimiento científico a través de mapas generados en una secuencia de actividades. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias* 14(1),199-214. Recuperado de :<http://hdl.hadle.net/10498/18856>
- GRECA I.M., DIEZ OJEDA, M., MENESES VILLAGRÁ, J.A., (2016) La formación en ciencias de los alumnos del Grado de Maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. En prensa.
- VILCHEZ, J.M. y BRAVO, B (2015), Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias*. 33.1, pp185-202.